

Bildgebungsmodalitäten und Therapieoptionen bei Patienten mit akutem Flankenschmerz

Bildgebende Verfahren

Die konventionellen Untersuchungstechniken Ultraschall (US), Nierenleeraufnahme („kidney-ureter-bladder“, KUB) und die intravenöse Urographie (IVU) werden an der urologischen Abteilung eines Zentrums für die Behandlung von Nierensteinen, in der Primärdiagnostik (und Verlaufskontrolle) von Patienten mit akutem Flankenschmerz (bei Verdacht auf Harnsteinleiden) noch häufig eingesetzt. Zwar wird die CT unangefochten als Primärstandard zur Diagnostik der Steinerkrankung anerkannt, doch liefert die IVU für den Urologen ebenso wichtige Informationen, die das therapeutische Vorgehen und die Therapiewahl beeinflussen können (Informationen über die Ausscheidungsfunktion der Nieren und die anatomischen Verhältnisse). Eine IVU wird gelegentlich auch im Anschluss an eine CT zur Differenzierung der extra- oder intrauretralen Lage einer im CT gesichteten verdächtigen Verkalkung im kleinen Becken durchgeführt (■ Abb. 1). Umgekehrt sollte einer inkonklusiven IVU eine CT folgen – etwa bei nicht schattengebenden Konkrementen oder bei flauer, stark verzögerter oder fehlender Kontrastmittel(KM)-Ausscheidung in der IVU und multiplen Phlebolithen mit Verdacht auf ein gering/minimal obstruierendes prävesikales Konkrement (■ Abb. 2), wobei auch die Stein-CT falsch-positive Ergebnisse liefern kann (■ Abb. 3). Eine CT im Anschluss an eine IVU kann zur exakten

Größen- und Lokalisationsbestimmung zwecks Indikationsstellung vor einer Ureterrenoskopie (URS), perkutanen Nephrolitholapaxie (PLP) oder extrakorporalen Stoßwellenlithotripsie (ESWL, bei schwach schattengebenden Nierensteinen) erforderlich sein. Mit der Nierenleeraufnahme und der IVU können bekannte Steinbildner mit rezidivierenden Steinepisoden therapieausgerichtet und mit dem Vorteil der geringeren Strahlenexposition abgeklärt und verlaufskontrolliert werden.

Erstuntersuchung: US, KUB, IVU oder CT

Ultraschall (US)

Aufgrund der leichten Verfügbarkeit wird in der Regel zuerst eine Sonographie durchgeführt. Eine IVU sollte zur Vermeidung einer Fornixruptur erst nach Abklingen der Symptomatik erfolgen. Die Diuresesteigerung durch das Kontrastmittel bei der IVU kann bei gestörtem Harnabfluss und -stau zu einer Fornixruptur und Extravasation führen (Harnleitersteine sind mit 74% die häufigste Ursache



Abb. 1 ▲ CT inkonklusiv: Steinverdacht (Pfeil) – in der intravenösen Urographie (IVU) eindeutig: Phlebolith. (Aus [27])



Abb. 2 ▲ Intravenöse Urographie (IVU) inkonklusiv: fehlende Kontrastmittelausscheidung schränkt die Beurteilbarkeit der IVU ein – CT konklusiv: prävesikales Konkrement rechts (Pfeil)



Abb. 3 ▲ „Kidney-ureter-bladder“ (KUB)/ intravenöse Urographie (IVU) und CT inkonklusiv: Verkalkung in Projektion auf die Harnblase bei Ureterozele links in der KUB (und IVU) (Pfeil), auch in der CT als prävesikales Konkrement/Ureterozelenkonkrement fehlinterpretiert. Intraoperativ (Ureterrenoskopie [URS] mit Ureterozelenschlitzung): kein Konkrement. In der CT-Verlaufs kontrolle weiterhin sichtbare Verkalkung, daher Enddiagnose Phlebolith. (Aus [27])

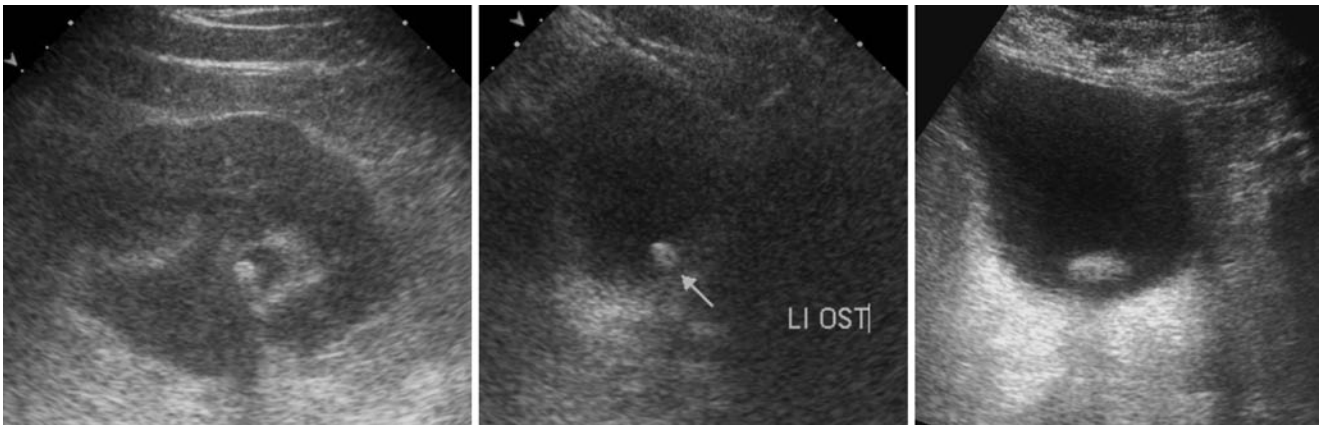


Abb. 4 ▲ Ultraschall: Nierenbeckenkonkrement mit Harnstauung – Ureterkonkrement im linken Ureterostium – Harnblasenkonkrement (Pfeil)

einer Fornixruptur [1, 2]). Bei Koliken sollte eine IVU daher nicht durchgeführt werden. Die Bedeutung des Ultraschalls in der Primärdiagnostik des akuten Flankenschmerzes liegt in der Feststellung einer Harnstauung und etwaiger Nieren-

konkremente als Hinweis für ein Steinleiden (■ **Abb. 4**). Das Vorliegen einer Harnstauung erhärtet den Verdacht auf eine Nierenkolik, ein nicht gestauetes Nierenhohl system (NHS) schließt eine urologische Genese der Flankenschmerzen

nicht aus (z. B. Niereninfarkt). Die direkte Darstellung von Harnleitersteinen gelingt mit dem US meist nicht (erschwert durch einen paralytischen Begleitileus bei akuter Kolik), wenngleich farbduplexsonographisch mit dem sogenannten „twinkling

A. Grosse · C. Grosse

Bildgebungsmodalitäten und Therapieoptionen bei Patienten mit akutem Flankenschmerz

Zusammenfassung

Ziel der Arbeit ist die Erörterung der bildgebenden Verfahren zur Abklärung von Patienten mit akutem Flankenschmerz und Verdacht auf Urolithiasis und die Rolle dieser Verfahren im Therapiemanagement von Steinpatienten.

Schlüsselwörter

Nierensteine · Ultraschall (US) · Intravenöse Urographie (IVU) · Computertomographie (CT) · Therapieoptionen

Imaging modalities and therapy options in patients with acute flank pain

Abstract

The objective of this article is the description of imaging techniques for the evaluation of patients with acute flank pain and suspicion of urolithiasis and the impact of these techniques in the therapy management of patients with calculi.

Keywords

Kidney stones · Ultrasound · Intravenous urography · Computed tomography · Therapy options

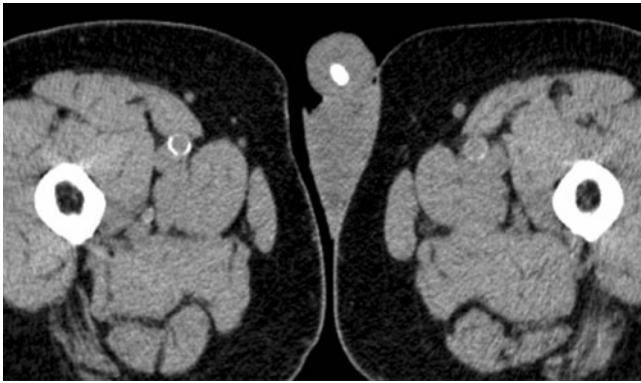


Abb. 5 ◀ Urethrakonkrement



Abb. 6 ▲ „Perinephric stranding“ (kurze Pfeile) bei bereits intravesikalem Konkrement (Pfeil)

sign“, einer rasch wechselnden Mischung aus Rot-blau-Signal hinter einer stationären echogenen Struktur in der Farbduplexsonographie, die Treffsicherheit und Sensitivität beim Nachweis von Harnleitersteinen signifikant gestiegen sind [3, 4]. Die duplexsonographische Darstellung eines Ureterjets im Trigonum vesicae der Harnblase schließt eine komplette Ureterobstruktion aus.

CT

Die native CT (Leer-CT) liefert rasch, sofern verfügbar, eine sichere Diagnose (nativ, Schichtkollimation 5 mm, für kleinere Konkreme dünnere Schichten, „low-dose“ 120 kV, 70–15 mA, 0,98–3,5 mSv). Der Vorteil der CT ist die im Vergleich zur IVU schnellere und genaue Untersuchung (die CT kann in weniger als 5 min durchgeführt werden, während die IVU im Durchschnitt 80 min erfordert) sowie die Möglichkeit, andere Ursachen des Flankenschmerzes aufzuzeigen. Mittels Dünnschichten können in der CT Konkreme ab 3 mm Größe dargestellt wer-

den. Mehrschichtige und dreidimensionale Rekonstruktionen des Nierenhohlsystems sind möglich. Die Leer-CT vermeidet das Risiko möglicher Kontrastmittelreaktionen und erfasst alle Steinarten mit Ausnahme der seltenen Crixivansteine (Indinavirsteine). Mit der Hounsfield-Units(HU)-Skala können Uratsteine mit relativ geringen Dichtwerten (<500 HU) von Struvit- und Kalziumoxalatsteinen (>500 HU) unterschieden werden. Andererseits liefert die Leer-CT keine direkten physiologischen Informationen.

Bei manchen Patienten sind wegen zu geringer Steingröße, -dichte, geringem retroperitonealem Fett oder aktuellem Steinabgang keine Nierensteine sichtbar [5]. In diesem Fall können Sekundärzeichen auf eine akute vorangegangene Obstruktion hinweisen [5]:

- Nephromegalie (71% Sensitivität, 89% Spezifität),
- Hydronephrose (83% Sensitivität 94% Spezifität),
- Hydroureter (90% Sensitivität, 93% Spezifität),
- periureterales Ödem,

- perinephritisches Ödem (82% Sensitivität, 93% Spezifität).

Bei Verdacht auf Urethraalkonkremente sollte die CT den Urethraabschnitt mit-erfassen (alternativ: Urethrozystographie, **Abb. 5**). Bei Blasensteinen kann in der CT die relevante Unterscheidung zwischen prävesikalen Uretersteinen (Verlaufskontrollen) und intraluminalen Blasenkonkrementen (in der Regel Spontanabgang) schwierig sein, da für eine Lokalisation im prävesikalen Uretersegment sprechende Sekundär(Obstruktions)zeichen einerseits bei bereits intraluminalen Blasenkonkrementen noch bestehen können, andererseits bei prävesikalen Ureterkonkrementen nicht obligat vorhanden sein müssen (**Abb. 6, 7**).



Abb. 7 ▲ Multiple Blasenkonkremente – Ureterkonkrement im linken Ostium – solitärer Blasenstein

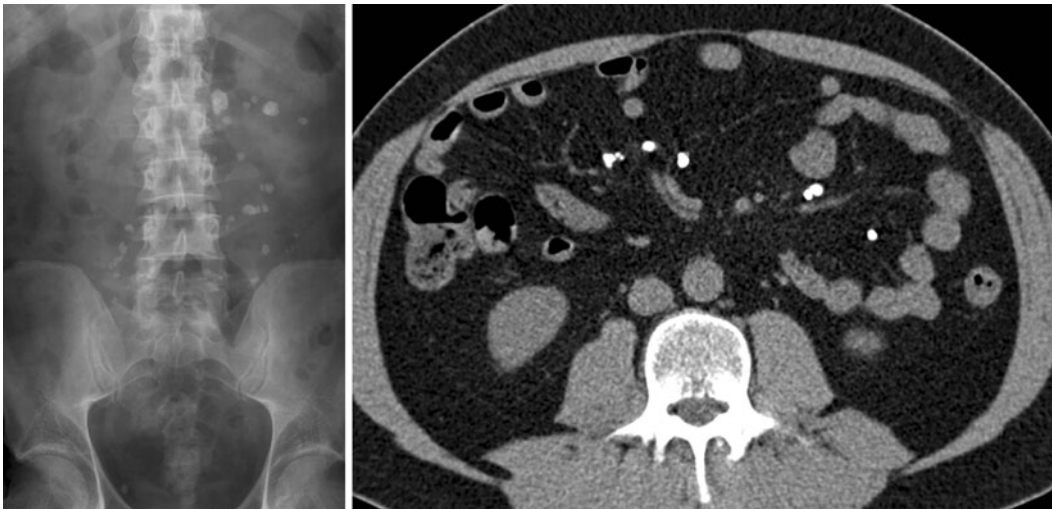


Abb. 8 ◀ Geringe Aussagekraft der „kidney-ureter-bladder“ (KUB), multiple Verkalkungen, die den Nieren oder dem Harntrakt nicht sicher zuzuordnen sind. In der CT lagen alle Konkreme extrarenal

Einige Autoren empfehlen zur Differenzierung von Ureter- und Blasensteinen CT-Aufnahmen in Bauchlage (Lagevariabilität von Blasenkonkrementen beim Umlagern vs. fehlende Lagevariabilität bei Ureterkonkrementen [6]). Zur Suche anderer Schmerzursachen bei fehlendem Steinnachweis kann eine i.v.-KMCT an die native CT angeschlossen werden; effektive Dosis für einen KMCT-Scan in der urographischen Phase (4×2,5 mm Kollimation, 120 kV, 80 mAs, 30 cm Scan-Ränge) bei 2,9 mSv für Männer und 4,7 mSv für Frauen [7]. Durch Aufnahme eines hohen Volumendatensatzes (4–16 Schichten/Rotation) und anschließende Reformatierung sind mit der KMCT Rekonstruktionen in verschiedenen Bildebenen möglich, auch die Darstellung des Nierenbeckenkelchsystems (NBKS) in koronaren Schichten (der IVU ähnliche Bildgebung). In der Akutdiagnostik, wo außer der Steinerkrankung als Ursache der Flankenschmerzen eine Reihe anderer Ursachen in Frage kommt (Pyelonephritis,

Nierenzellkarzinom, Adnextumoren, Appendizitis, Cholezystitis, Aortenaneurysma, Divertikulitis etc.), sind die hohe diagnostische Aussagekraft der CT und die kurze Untersuchungszeit von Nutzen. Das Patientenkollektiv mit einer längeren urologischen Anamnese und mehreren durchgemachten Steinepisoden profitiert hingegen ebenso von einer IVU, die zeitaufwendiger ist. Bis zu 25% der IVUs werden immerhin noch im Rahmen der Notfalldiagnostik durchgeführt [8]. Insbesondere Patienten mit akuten Flankenschmerzen, die sich unter i.v.-Therapie mit nichtsteroidalen Analgetika rasch bessern, bei denen der Urinbefund und die urologische Anamnese eine Steinleiden wahrscheinlich erscheinen lassen, kommen für eine IVU in Frage.

„Kidney-ureter-bladder“ (KUB)

Die Aussagekraft der KUB in der Primärdiagnostik von Harnleitersteinen ist gering. Größtes Problem ist die Ver-

wechslungsmöglichkeit mit Phlebolithen, verkalkten Lymphknoten, Gefäßen etc. (■ **Abb. 8**). Zur Aufdeckung therapiebedürftiger Nierensteine sind der US und die Nierenleeraufnahme (KUB) hingegen geeignete Methoden. Die Rolle der KUB in der Nierensteindiagnostik liegt in der Verlaufskontrolle bekannter, rezidivierender Steinbildner (hinsichtlich des Neuauftretens oder der Größenzunahme von Nierensteinen), in der Fragmentationsbeurteilung nach ESWL und der Verlaufskontrolle bei konservativer Therapie röntgendichter Steine zur Beurteilung eines Spontanabgangs [9, 10].

Intravenöse Urographie (IVU)

Standardgemäß werden an unserer Klinik Aufnahmen nach 10, 20 und 30 min und eine Postmiktionsaufnahme bei Männern durchgeführt. Je nach Bedarf (Harnstauung, verzögerte KM-Ausscheidung) werden Spätaufnahmen bis zu 24 h nach KM-Gabe angefertigt. Je nach Indikation kön-



Abb. 9 ▲ Hochgradige Ureterabgangsstenose links als Ursache der Flankenschmerzen ohne Konkrement – Ureterabgangsstenose dargestellt mit einer Kontrastmittel-CT



Abb. 10 ▲ Megaureter mit nicht röntgendichtem prävesikalem Ureterkonkrement und kleinem Nierenkonkrement (Pfeile)

nen Aufnahmen in Bauchlage (bei verzögerter Ausscheidung) und gedrehte Aufnahmen (bei Skelettüberlagerung) durchgeführt werden. Bei gesicherter Einseitigkeit des pathologischen Befundes sollten die Folgeaufnahmen zur Reduktion der Strahlenexposition als Halbseitenaufnahmen erfolgen. Die effektive Dosis einer IVU liegt zwischen 1,33 und 4,4 mSv je nach Untersuchungstechnik und Habitus [11, 12]. Im Gegensatz zur Nativ-CT müssen für eine IVU Nierenfunktionsparameter vorliegen (Kreatinin <1,5 mg%, bei erhöhter Kreatininclearance evtl. NaCl-Infusionen 4 h vor bzw. bis zu 24 h danach). Die Kontraindikationen der IVU sind zu beachten.

Der Patient sollte ca. 6 h vor der Untersuchung nüchtern sein (evtl. Abführmittel) – in der Akutdiagnostik nicht immer möglich. Die IVU ermöglicht die Beurteilung des Nierenhohlsystems (NHS). Geringe Kelchveränderungen und die anatomischen Verhältnisse, insbesondere der infundibulopelvine Winkel, können aufgezeigt werden (präoperativ zum Abschätzen der Erfolgsrate einer retrograden Pyeloskopie bei unteren Kelchsteinen). Anatomische Anomalien wie Ureter duplex/fissus oder Ureterabgangsstenosen werden gut dargestellt. Eine KMCT mit Spätphasen zur Darstellung der ableitenden Harnwege geht mit weit höherer Strahlenexposition einher (s. oben, **Abb. 9**).

Im Gegensatz zu axialen CT-Schichten ist mit der IVU der gesamte Harntrakt in einer Bildebene überschaubar, andererseits können mit der CT-Urographie auch koronare Bilder erzielt werden (relevant zur Planung des Zugangs einer PLP). Bei anatomischen Varianten wie Megaureter und segmentalen Ureterengen kann zum sicheren Konkrementausschluss und zur Abgrenzung gegenüber einer Harnstauung zusätzlich zur IVU eine CT erforderlich sein (**Abb. 10, 11**). Die IVU hat eine hohe Sensitivität zur Darstellung einer Harnstauung, mit der CT gelingt die Stauungsbeurteilung und Graduierung in der Regel weniger gut (**Abb. 12**; [13, 14]). Funktionelle Aussagen sind möglich (quantitative und zeitgerechte Ausscheidungs- und Abflussverhältnisse). Eine IVU zur prä- und postinterventionellen Beurteilung der Nierenfunktion wird an

unserer Klinik vor jeder URS und PLP durchgeführt (■ **Abb. 13, 14**), allerdings ist die IVU nur eine sehr ungenaue Methode zur Abschätzung der individuellen Nierenfunktion.

Die Isotopenszintigraphie dient der genauen Funktionsbestimmung bei Ausgusssteinen (vor einer Nephrektomie), Markschwammnieren, Einzelnieren oder Ureterabgangsstenosen assoziiert mit Steinleiden. Gut geeignet ist die IVU zur Darstellung (komplett oder partiell) obstruierender Uretersteine bei intakter Ausscheidungsfunktion und guter Kontrastierung des Nierenholsystems – bei fehlender KM-Ausscheidung infolge persistierender Stauung und Nierenfunktionseinschränkung ist eine CT notwendig. Die Beurteilung minimal obstruierender

oder nicht schattengebender Konkrementen kann hingegen schwierig sein. Schwierigkeiten bestehen bei gering/minimal obstruierenden Harnleiterkonkrementen, wenn die Harnleiter schlecht kontrastiert sind, multiple Phlebolithen vorhanden sind und Stauungszeichen fehlen. Auch eine CT ist dann nicht immer konklusiv und kann sogar falsch-positiv oder negative Ergebnisse liefern, wenn es darum geht, Phlebolithen von distalen Harnleitersteinen zu unterscheiden (■ **Abb. 3**). Sekundärzeichen, wie das „rim sign“ (zirkuläres periureterales Ödem in Höhe eines Konkrements) und „comet sign“ (konisch verlaufende weichteildichte Struktur angrenzend an einen Phlebolithen) können fehlen. Weitere Nachteile der IVU sind die eingeschränkte Beurteilbarkeit bei fehlender KM-Ausscheidung, Überlagerungen durch Skelettanteile oder Darmgas (Entleeren der Harnblase zur besseren Darstellung des prävesikalen Harnleiterabschnitts vor einer IVU!) und eine oft inkomplette Kontrastierung der Ureteren (evtl. Anlage eines abdominalen Kompressoriums oder Aufnahme in Bauchlage) sowie eine mögliche KM-Unverträglichkeit.

Konservative Therapieoptionen

Eine konservative Therapie ist bei potenziell spontan abgangsfähigen Harnleiterkonkrementen ≤ 5 mm indiziert. Die antibiotische Absicherung im Rahmen der konservativen Therapie ist auch bei kleineren Konkrementen wichtig. Konkrementgröße und Obstruktionsgrad korre-

lieren nicht immer. Auch kleinere Konkreme-
mente können eine Obstruktion verursachen und bei Harnwegsinfekt zur Pyelonephritis und Urosepsis führen (■ **Abb. 15**). Liegt bereits bei Erstvorstellung ein fieberhafter Infekt vor, darf mit einer konservativen Therapie nicht zugewartet werden. Es muss eine sofortige Druckentlastung des NHS durch eine Schieneneinlage (Double J oder Single J) oder perkutane Nephrostomie (PNS) erfolgen neben einer systemischen Antibiose. Eine operative Steinsanierung darf bei akutem Harnwegsinfekt erst nach Abklingen der Entzündungssymptomatik erfolgen. Hohe Ureter- und Nierenbeckensteine können nach Abklingen der Entzündung über die eingelegte Nephrostomie entfernt werden. Auch bei vorgeschädigten Nieren oder Einzelnieren und bestimmten Berufsgruppen (Pilot, Busfahrer) sollte eine rasche Steinentfernung vorgenommen werden – ebenso bei eingeschränkter Ausscheidungsfunktion der Niere in der IVU als Folge einer länger bestehenden Obstruktion (Anamnese! ■ **Abb. 16**).

Die Funktion einer röntgenologisch stummen Niere kann sich je nach Obstruktionsdauer nach Steinsanierung wieder erholen, was in postinterventionellen Funktionsaufnahmen durch eine IVU dokumentiert werden kann. Ein längeres Zuwarten mit der Steinsanierung kann hingegen zum vollständigen irreversiblen Funktionsverlust der Niere führen. Die Verlaufskontrollen einer konservativen Therapie können bei schattengebenden Konkrementen mit KUB und US,



Abb. 11 ▲ Segmentale Harnleiterrenge (kurze Pfeile) ohne Konkrement in einer zusätzlich angefertigten CT-Aufnahme



Abb. 12 ◀ Gestautes Nierenhohlssystem (kurze Pfeile) bei nicht röntgendichtem Konkrement rechts (Pfeil)

bei nicht schattengebenden Konkrementen mit CT und US vorgenommen werden (US zur Stauungsbeurteilung und Verlaufskontrolle derselben). Die Intervalle einer Verlaufskontrolle richten sich nach dem Obstruktionsgrad, der Konkrementgröße und Lokalisation. Die Lage

des Konkrements spielt in Bezug auf die 3 physiologischen Engen des Harnleiters insofern eine Rolle, als bei partiell obstruierenden, grenzwertig großen Ureterkonkrementen in prävesikaler Lage ein konservativer Therapieversuch erfolgversprechender ist als bei Konkrementen vor der

Iliakalgefäßkreuzung, die frühzeitiger saniert werden sollten. Komplett obstruierende Ureterkonkremente müssen in kürzeren Intervallen kontrolliert oder operativ sofort saniert werden (■ Abb. 17). Komplett obstruierende Uretersteine werden auch bei einer Größe ≤ 5 mm (potenziell spontan abgangsfähig) ohne längeres Zuwarten saniert. Ureterkonkremente mit partieller Obstruktion können hingegen länger verlaufskontrolliert werden (■ Abb. 18). Selbst ein grenzwertig großes Ureterkonkrement (5–6 mm), das eine partielle Obstruktion verursacht, kann versuchsweise konservativ therapiert werden. Die Dauer einer konservativen Therapie kann unterschiedlich lang sein. Nach 4-wöchiger konservativer Therapie sinkt die Wahrscheinlichkeit eines Spontanabgangs, und eine Intervention ist zu erwägen [15].

Ureterrenoskopie (URS)

Die in Vollnarkose durchgeführte Ureterrenoskopie (URS) dient der Sanierung von Harnleitersteinen (Steinfreiheit 60–70%). Gegenüber der ESWL ist sie komplikationsträchtiger: Strikturen <5%, Fieber <5%, Avulsion des Ureters. Im Rahmen einer URS werden kleinere Konkreme extrahiert, größere Konkreme zuerst mechanisch zerkleinert oder lithotripsiert und/oder mit Fasszange oder Dormiakörbchen entfernt. Indikation zur URS besteht bei Harnleitersteinen mit geringer spontaner Abgangswahrscheinlichkeit von >5 mm. Die exakte Größenbestimmung erfolgt mit der CT und nur



Abb. 13 ◀ Ausgussstein links (Pfeil) mit prä- und postinterventionell (perkutane Litholapaxie) fehlender Nierenausscheidung



Abb. 14 ◀ Fehlende Nierenausscheidung in der intravenösen Urographie (IVU) rechts. In der CT prävesikales Konkrement (Pfeil). Nach Ureterrenoskopie (ohne Zuwarten infolge der röntgenologisch stummen Niere) reguläre Abflussverhältnisse in einer Kurz-IVU



Abb. 15 ◀ Kleines, hohes Ureterkonkrement (Pfeil), das zu einer Pyelonephritis und Urosepsis führte – interventionsbedürftig



Abb. 16 ◀ Zu lange konservativ therapiertes Ureterkonkrement mit letztlich eingeschränkter Nierenausscheidung. Ausgangssituation: hoher Ureterstein links (Pfeil), konservative Therapie mit Verlaufskontrollen und „Wandern“ des Konkrements nach prävesikal (Pfeile). Wegen ausbleibenden Spontanabgangs erfolgt eine Ureterrenoskopie. Durch zu langes Zuwarten bei persistierender Harnstauung kam es zu einer Beeinträchtigung der Nierenausscheidung (intravenöse Urographie)



annäherungsweise mit US und KUB bzw. IVU. Harnleitersteine <5 mm, die frustan konservativ therapiert worden sind – d. h. bis zu maximal 4 Wochen – sollten ebenfalls mit der URS saniert werden. Der Obstruktionsgrad ist dabei mitentscheidend (s. oben).

URS-bedürftige Harnleitersteine können auch nach einer ESWL bestehen, wenn kein spontaner Abgang der

ESWL-Fragmente im Harnleiter erfolgt (■ **Abb. 19**). Nach einer ESWL können auch „Steinstraßen“ entstehen, die primär konservativ therapiert werden, jedoch nach frustaner konservativer Therapie einer URS oder ESWL auf das „Führungskonkrement“ zugeführt werden (■ **Abb. 20**). Im Rahmen einer URS können Harnleitersteine oder einzelne Fragmente in die Niere gespült werden (sog.

„push-up“). Konkremeente können bei frustanem Sanierungsversuch auch bewusst in die Niere gepusht werden, um anschließend in besser ortbarer Lage eine ESWL zu ermöglichen (■ **Abb. 21**). Bei interventionsbedürftigen, kleineren, hohen Uretersteinen (>5 mm, partiell obstruierend) ist die Wahrscheinlichkeit eines „push-up“ besonders hoch, weshalb

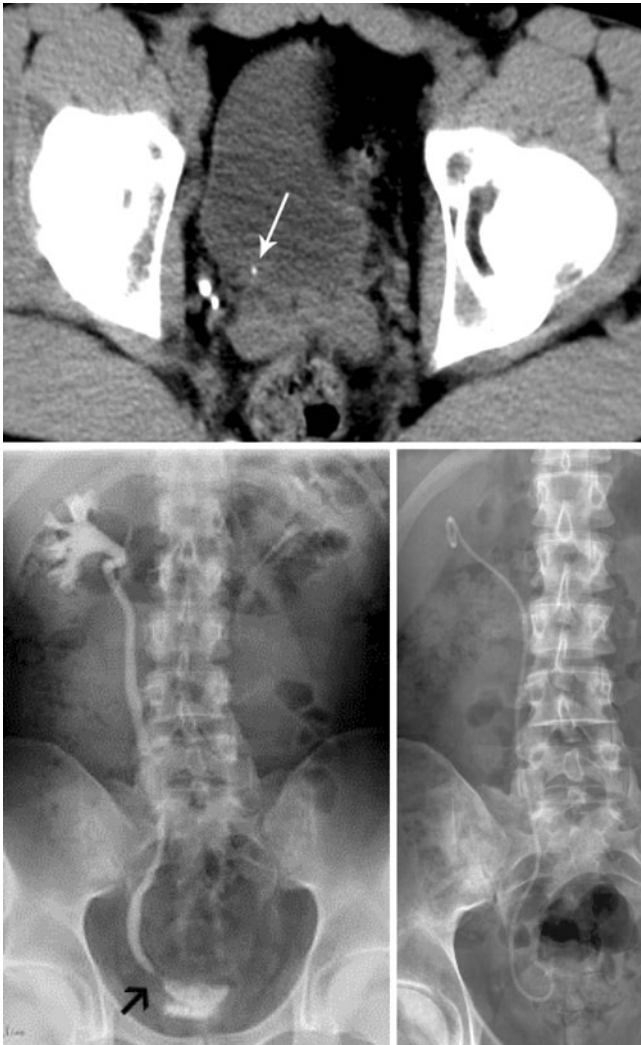


Abb. 17 ◀ Kleines (nicht röntgendichtes) Ureterkonkrement (Pfeil) neben 2 Phlebolithen mit weitgehend kompletter Obstruktion in der CT und intravenösen Urographie (IVU) – obwohl in günstiger Lage mit hoher Abgangswahrscheinlichkeit Ureterrenoskopie(URS)-bedürftig

es sinnvoll ist, zuerst eine ESWL zu versuchen.

Für proximale Uretersteine >1 cm ist die URS gegenüber der ESWL die günstigere Therapie wegen der geringeren Wahrscheinlichkeit eines „push-up“ [16]. Die Einlage einer Harnleiterschiene im Rahmen der URS ermöglicht die Harn Drainage bei passagerer ödematöser Ureterwandschwellung nach einer URS. Sie kann andererseits Beschwerden wie Polakisurie und Schmerz/Druckgefühl im Nierenlager verursachen (durch flotierenden Harn bei aufgehobenem Verschlussmechanismus). Manche Autoren propagieren eine Schieneneinlage im Rahmen der URS daher nur in schwierigen oder komplizierten Fällen (bei Ureterperforation, Ureterstenose, signifikante Blutung) sowie bei größeren, nicht extrahierbaren Ureterkonkrementen oder einem „push-up“ größerer Konkreme

nten in das Nierenbecken zur Aufrechterhaltung der Harndrainage [17, 18]. In unkomplizierten Fällen (Extraktion eines Konkremens in „einem Stück“, unauffälliger Harnleiter, kurze Eingriffe mit geringem Ureterwandödem) könne auf eine Schieneneinlage verzichtet werden. Bei größeren impaktierten (partiell oder komplett obstruierenden) hohen Ureterkonkrementen, an denen eine Harnleiterschiene zur Entlastung des Nierenbeckens nicht vorbeigeschoben werden kann, kann das Nierenbecken punktiert und eine Nephrostomie eingelegt werden, wobei das Konkrement antegrad über diesen Zugang entfernt werden kann (■ Abb. 22).

Ureterschienen nehmen bis zu 50% der ESWL-Energie [19]. Ist im Anschluss an eine URS eine ESWL geplant, sollte daher auf eine Schieneneinlage verzichtet werden, sofern die Größe der „Push-up“-Fragmente dies zulässt. Bei größeren Kon-

krementen kann die Aufrechterhaltung der Harndrainage durch eine Harnleiterschiene bei vorübergehender Post-ESWL-Obstruktion gesichert werden. Weiterhin ist es bei Einzel- oder Hufeisennieren sinnvoll, eine Harnleiterschiene nach URS und geplanter ESWL in situ zu belassen. Da aufgrund der Härte insbesondere Oxalatsteine nach einer ESWL-Therapie große und scharfkantige Trümmer bilden, empfiehlt es sich bei dieser Steinart und größeren Steinmassen, eine Harnleiterschiene im Anschluss an eine URS zu belassen, um Lacerationen und Schwellungen der Harnleiterwand vorzubeugen, dies ist ab einer Steingröße von 1,5 cm für Oxalatsteine empfohlen [20]. Bei kleineren in die Niere hinauf gepushten Konkrementen kann hingegen auf eine Harnleiterschiene verzichtet werden. Alternativ kommt die Durchführung einer ESWL im Anschluss an eine URS erst nach Schienenenentfernung in Frage. Die Verweildauer der Harnleiterschiene richtet sich nach dem Grad der Manipulation am Harnleiter und beträgt im Schnitt 1 bis 2 Wochen.

Nach einer URS erfolgen eine sonographische und eine Röntgenkontrolle (KUB) bei Verdacht auf Restkonkremente oder nach erfolgtem „push-up“ ins Nierenlager. Restkonkremente im Harnleiter sind sonographisch schwer zu detektieren, v. a. solche im mittleren Ureterabschnitt. Indirekter Hinweis auf verbliebene Harnleiter(rest)steine nach URS ist ein gestautes Nierenhohlssystem, wobei zu bedenken ist, dass das Nierenhohlssystem auch bei liegender Harnleiterschiene und voller Harnblase erweitert sein kann (US der Harnblase!). Vor Schienenenentfernung sollten Restkonkremente des Harnleiters jedenfalls sicher ausgeschlossen sein (KUB bei röntgendichten Konkrementen, CT bei nicht röntgendichten Konkrementen). Die CT-Kontrolle vor Schienenenentfernung zum sicheren Ausschluss verbliebener Harnleitersteine bei nicht röntgendichten Konkrementen sollte aus Gründen der Strahlenhygiene nur bei begründetem Verdacht von Restkonkrementen erfolgen. Konkreme

nte entlang einer Schiene, die vor Schienenenentfernung übersehen werden (z. B. in der KUB), können nach der Schienenenentfernung in einer Kurz-IVU, bestehend aus einer Nierenleerauf-

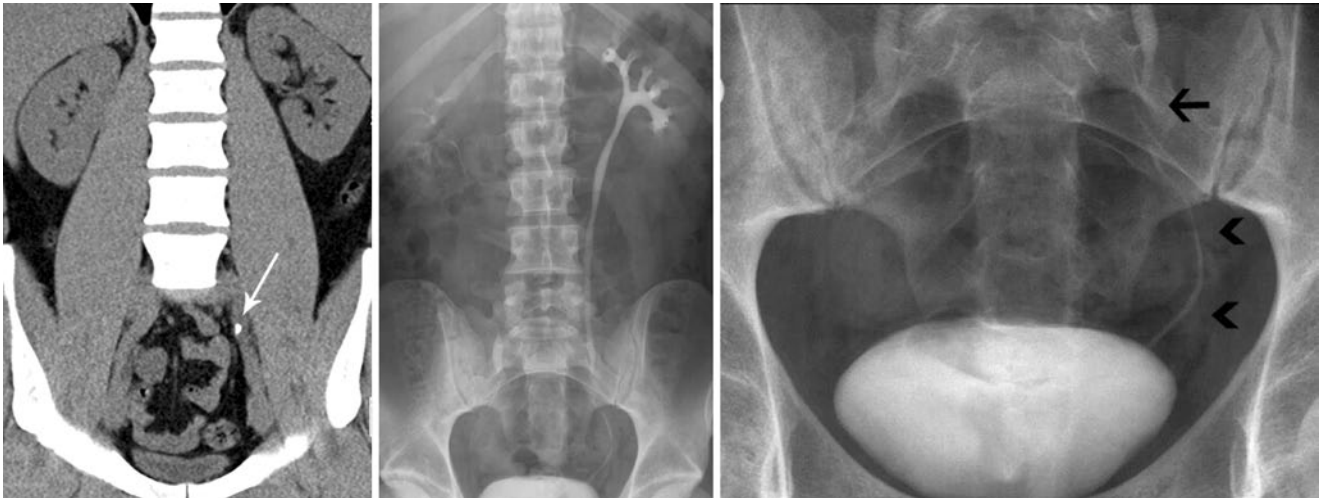


Abb. 18 ▲ Größeres Ureterkonkrement distal der Iliakalgefäßkreuzung, nicht schattengebend mit nur partieller Obstruktion. In der CT (langer Pfeil) und intravenösen Urographie (IVU, kurze Pfeile) – konservative Therapie, ggf. Ureterrenoskopie (URS)

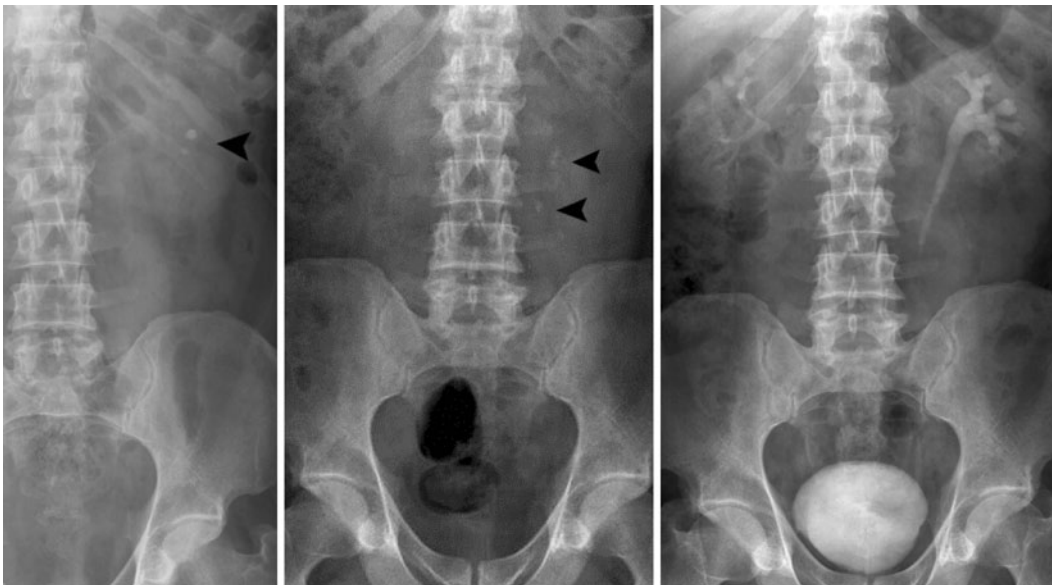


Abb. 19 ◀ Ureterrenoskopie (URS) zur Entfernung größerer singulärer Resturetersteine nach einer extrakorporalen Stoßwellenlithotripsie (ESWL), deren Spontanabgang ausbleibt bzw. fragwürdig ist und die zu einer Harnstauung führen. Nach ESWL der Kalziumoxalatsteine (kurze Pfeile) „fielen“ die nach wie vor großen Konkreme in den Ureter (kurze Pfeile) und verursachten eine Obstruktion, die eine URS notwendig machte

nahme und einer 30-min.-p.i.-Aufnahme, aufgedeckt werden.

Extrakorporale Stoßwellenlithotripsie (ESWL)

Im Rahmen der ESWL erfolgen die sonographische und/oder röntgenologische Ortung des Konkremments und die Desintegration durch fokussierte Stoßwellen. Sie ist die primäre Therapie für Nierensteine ≥ 5 mm. Diese werden so zerkleinert, dass die Trümmer den Harnleiter passieren können (im Idealfall als Sandabgang). Harnleiterschienen sollen den schmerzlosen Fragmentabgang zusätzlich fördern und die Harndrainage bei passa-

gerer Post-ESWL-Obstruktion aufrecht erhalten (s. allerdings oben). Nierensteine der oberen oder mittleren Kelchgruppe können leichter in den Harnleiter „fallen“ und ihn blockieren und sollen daher bei entsprechender Größe frühzeitig saniert werden. Konkreme der unteren Kelchgruppe sind klinisch meist stumm. Sie können aber beträchtlich groß werden und dann Beschwerden verursachen. Da nach Desintegration durch eine ESWL die Fragmente der unteren Kelchgruppe in der Regel eine schlechtere Abgangstendenz zeigen und Desintegratate wieder verklumpen können, wird mancherorts eine Steinsanierung unterer Kelchkonkremente mit ESWL erst gar nicht durch-

geführt. Bei größeren Steinlasten (>2 cm) und Symptomatik ist die perkutane Litholapaxie (PLP) die Therapie der Wahl (s. unten).

Eine ESWL kann auch bei Blasensteinen und ausbleibendem Spontanabgang sowie bei Harnleitersteinen angewendet werden, wenn das Harnleiterkonkrement auf dem Monitor einstellbar ist (■ **Abb. 23**). Die Konkreme werden im Rahmen der ESWL radiologisch und/oder sonographisch geortet. Sonographisch nicht ortbare Konkreme müssen zumindest radiologisch einstellbar (röntgendicht) sein. Umgekehrt müssen nicht röntgendichte Konkreme, um lithotripiert werden zu kön-

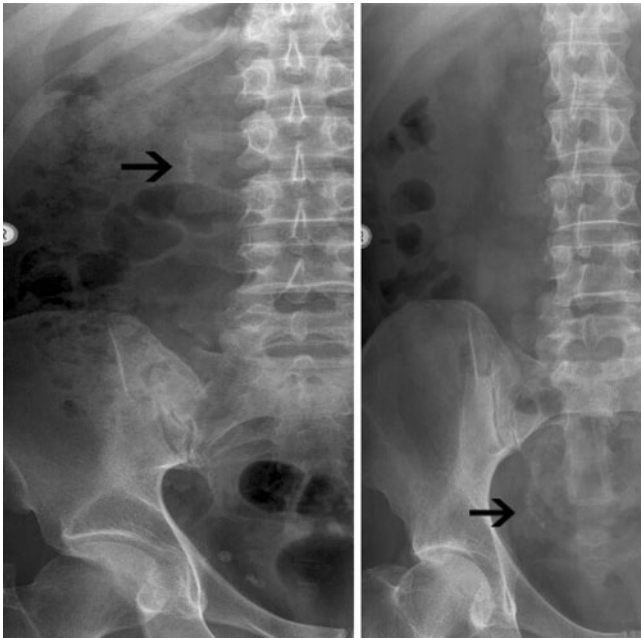


Abb. 20 ◀ Steinstraßen nach einer extrakorporalen Stoßwellenlithotripsie (Pfeile), potenziell Ureterrenoskopie(URS)-bedürftig

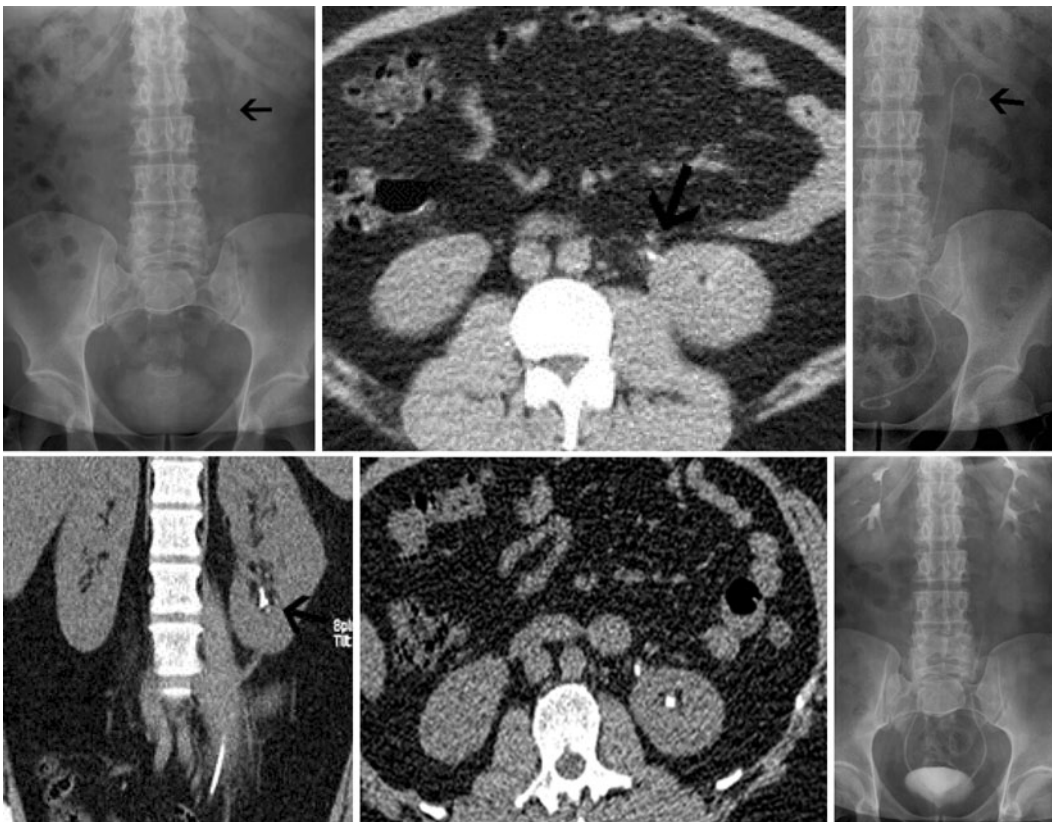


Abb. 21 ◀ „Push-up“ des kleinen, hohen Uretersteins im Rahmen der Ureterrenoskopie ins Nierenbecken (Pfeil). Auf den axialen CT-Schichten wegen Dichtegleichheit erschwerte Abgrenzung Harnleiterkonkrement – Schiene, bessere Abgrenzbarkeit auf den koronaren CT-Schichten und in der intravenösen Urographie (IVU). Anschließend extrakorporale Stoßwellenlithotripsie des „Push-up“-Konkrements und regelrechte Abflussverhältnisse in der Kurz-IVU

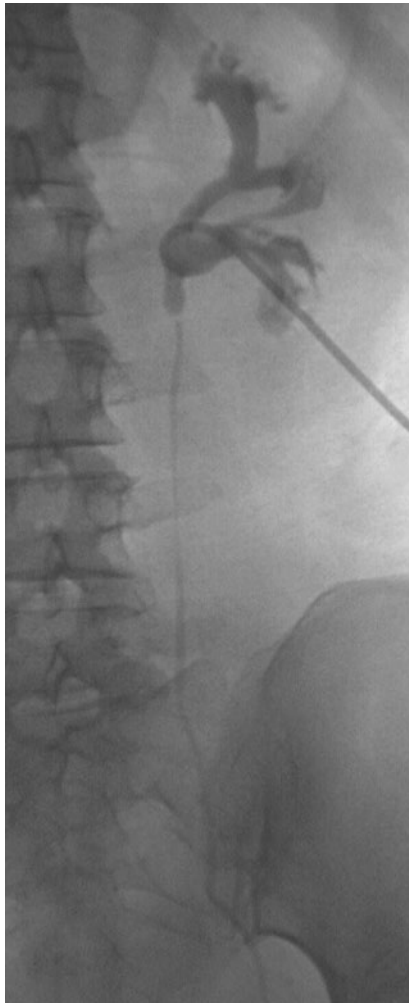


Abb. 22 ▲ Hoher Ureterstein, der über eine Nephrostomie entfernt wurde

nen, sonographisch geortet werden können. Das gilt für Nieren- und Blasensteine und grundsätzlich auch für proximale und distale Harnleitersteine. Bei Letzteren kann, um die Ortung nicht bzw. schwach röntgendichter Ureterkonkremente zu erleichtern, eine ESWL im Anschluss an eine IVU oder nach KM-Injektion bei stehender Kontrastmittelsäule auf das Ende der KM-Säule unternommen werden (alternativ „push-up“ in eine besser ortbare Lage [21])

Unter günstigen Bedingungen lassen sich Nierensteine ab 3 mm Größe sonographisch darstellen. Die ESWL-Stein-clearanceraten für Harnleitersteine liegen unter denen für die URS. Die URS ist gegenüber der ESWL bei der Behandlung distaler und proximaler Uretersteine >1 cm überlegen [22, 23]. Bei interven-

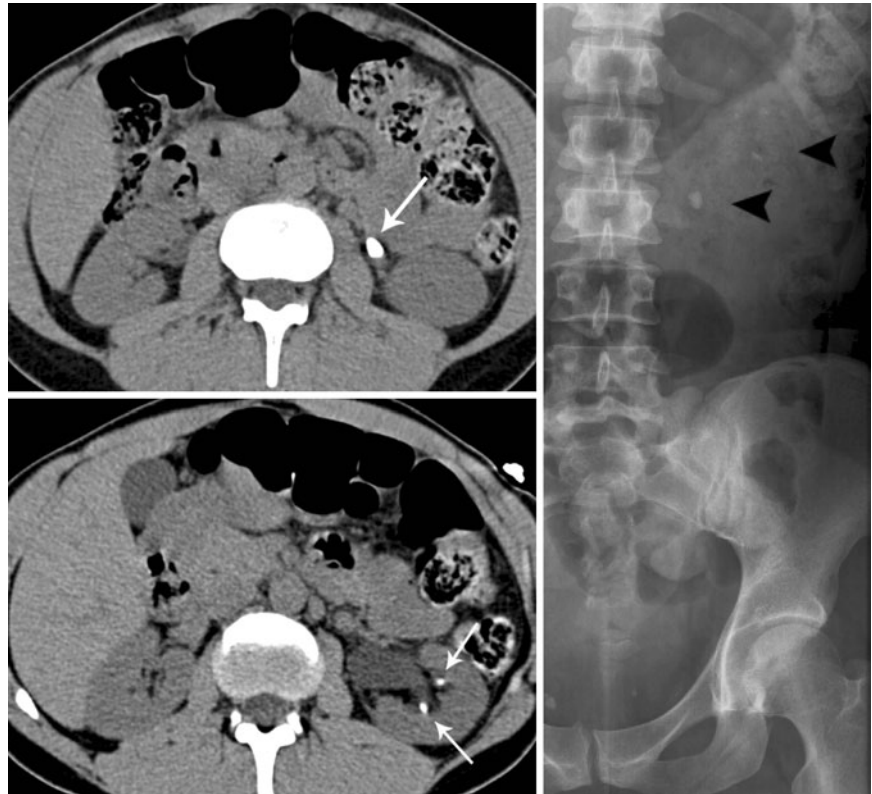


Abb. 23 ▲ Hoher Ureterstein (Pfeil) und multiple Kelchkonkremente (Pfeile). Nach mehreren ESWL-Sitzungen (extrakorporale Stoßwellenlithotripsie) verbleiben minimale adhärende Restkelchsteine (lange Pfeile), die hinsichtlich ihrer Größenzunahme verlaufskontrolliert werden

tionsbedürftigen hohen Harnleiterkonkrementen <1 cm wäre zu erwägen, primär eine ESWL durchzuführen (s. oben [24]). Um ein zufriedenstellendes Therapieergebnis zu erzielen, sind meist mehrere ESWL-Sitzungen erforderlich. Mitentscheidende Faktoren für den Erfolg einer ESWL sind Zahl, Härte und Lokalisation der Konkremente, die Einstellbarkeit auf dem Monitor, die Konstitution (Adipositas) und Schmerzempfindlichkeit des Patienten (Höhe der anwendbaren Energie), etwaige Überlagerungen durch Skeletteile, Darmgas etc., wodurch die Einstellung erschwert ist bzw. ESWL-Energie verloren gehen kann (Knochenanteile, Ureterschienen).

Bei kalkdichten Nierenkonkrementen (Kalziumoxalatsteinen) sind gewöhnlich mehr ESWL-Sitzungen erforderlich als bei Konkrementen, die aufgrund ihrer Konsistenz leichter desintegrieren (Harnsäuresteine, ■ **Abb. 24**). Bei Zystinsteinen wird aufgrund ihrer Steinhärte statt einer ESWL mitunter eine PLP empfohlen. Die exakte Größenbestimmung ge-

lingt mit der CT. In der Regel reicht aber eine Nierenleeraufnahme oder IVU kombiniert mit dem US aus. Falls in einer Nierenleeraufnahme oder IVU der Verdacht auf ein zusätzliches prävesikales Konkrement besteht, sollte zum sicheren Nachweis bzw. Ausschluss vor einer ESWL eine CT erfolgen, da freie Abflussverhältnisse vor einer ESWL Voraussetzung für einen ungehinderten Fragmentabgang sind (Vermeidung höhergradiger Harnstauung bei passagerer Post-ESWL-Obstruktion, ■ **Abb. 25**). Eine IVU zur Beurteilung der Ausscheidungsfunktion der Niere vor einer ESWL ist nicht dringend notwendig, weil die ESWL die Nierenfunktion nicht wesentlich beeinflusst. Die mit der IVU gut darstellbaren anatomischen Verhältnisse spielen bei der ESWL insofern eine Rolle, da sie den Ausgang einer ESWL mitentscheiden können. Steinfragmente der unteren Kelchgruppe zeigen tendenziell eine geringere Abgangstendenz, wenn der infundibulopelvine Winkel <90°, die Infundibulumweite <4 mm und die Infundibulumlänge >3 cm be-

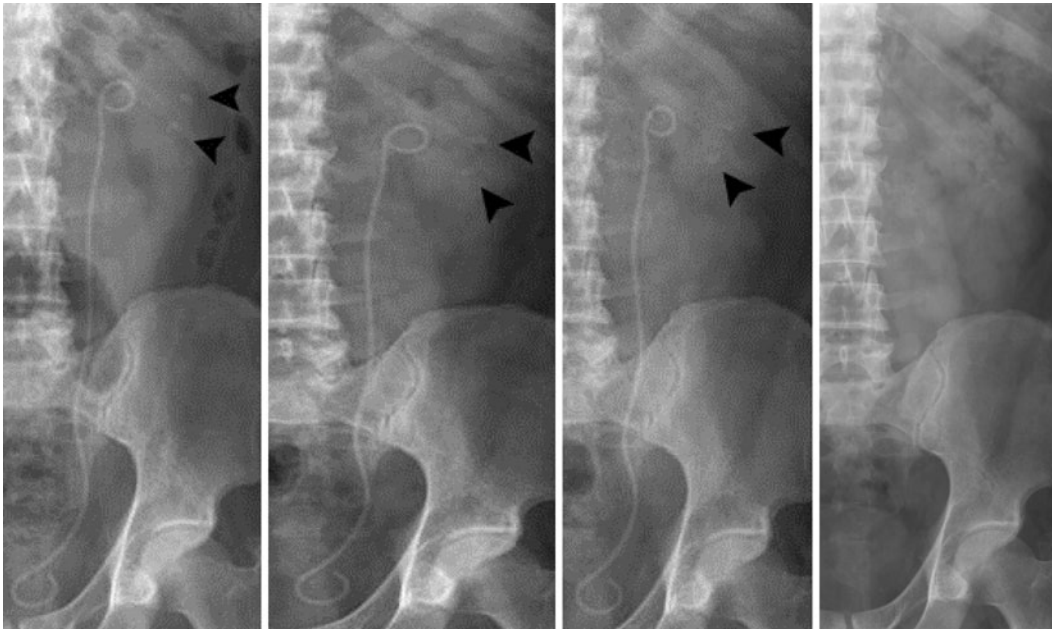


Abb. 24 ◀ „Kidney-ureter-bladder“ (KUB) zur Verlaufskontrolle jeweils nach einer ESWL-Sitzung (extrakorporale Stoßwellenlithotripsie, derselbe Patient aus **Abb. 7a**). Nach einer Ureterrenoskopie wurden die hinaufgepushten Konkrementreste in mehreren ESWL-Sitzungen lithotripiert (kurze Pfeile)

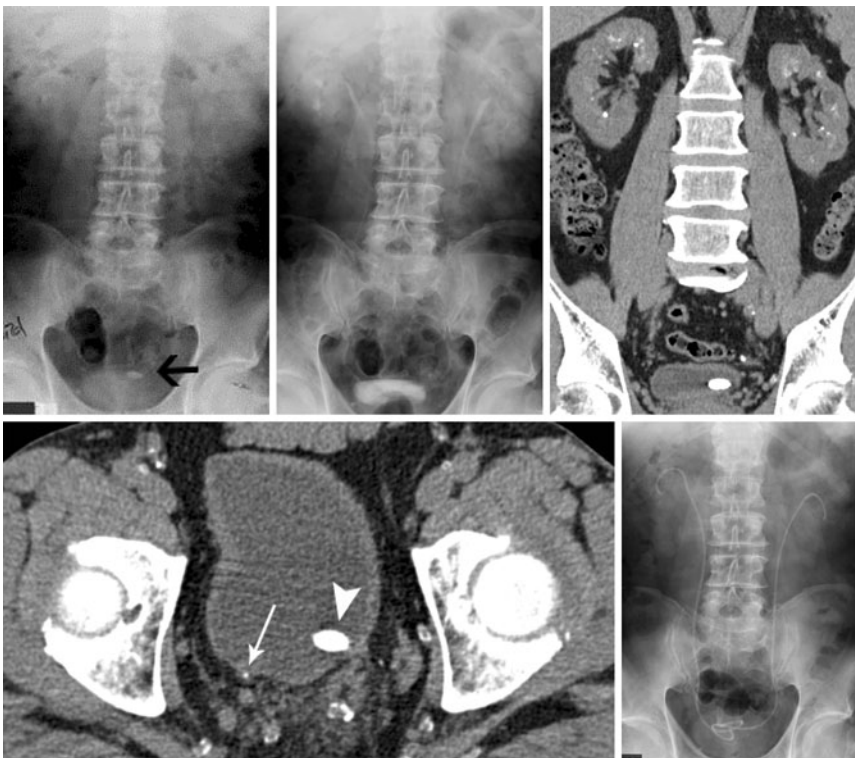


Abb. 25 ▲ Großes Ureterozelenkonkrement links (intravenöse Urographie, *Pfeil*) und kleines prävesikales Ureterkonkrement rechts (CT, *langer Pfeil*). Vor Sanierung der Nierensteine beidseits mit extrakorporaler Stoßwellenlithotripsie (ESWL) wurden das Ureterozelenkonkrement links und das prävesikale Ureterkonkrement rechts zwecks Schaffung freier Abflussverhältnisse mit der Ureterrenoskopie (URS) entfernt. Dabei sollte die Ureterschiene beidseits aufgrund der relativ großen Nierensteine nach URS vor ESWL in situ belassen werden

tragen [25]. Ureterabgangsstenosen oder Kelchhalsstenosen erschweren den Fragmentabgang, weshalb eine PLP statt einer ESWL indiziert sein kann.

Wird bei bekannten Steinbildnern vor einer ESWL nur eine Nierenleeraufnahme angefertigt, ist es wichtig, bei Kalkstrukturen in Projektion auf das Nierenlager zwischen Nierensteinen und Nierenparenchymverkalkungen bzw. Divertikelsteinen zu unterscheiden. Diese Unterscheidung gelingt mit dem US, notfalls durch Kontrastierung des Nierenhohlraums in einer IVU oder mit dem Nachteil höherer Strahlenexposition mit einer KMCT. Eine ESWL kommt auch bei Markschwammnieren in Betracht (**Abb. 26**). Die Kontrolle nach jeder ESWL erfolgt mit der KUB. Bei Steinabgängen kann eine Kurz-IVU als Abschlusskontrolle oder vor einer erneuten ESWL zur Überprüfung der Abflussverhältnisse erfolgen. Die Verlaufskontrolle nicht röntgendichter Konkreme hat in erster Linie mit dem US und nur in angemessenen Abständen bzw. als Abschlusskontrolle mit einer Low-dose-CT zu erfolgen.

Perkutane Litholapaxie (PLP)

Indikationen für eine PLP sind größere Steinmassen im Nierenbecken bzw. generell eine Konkrementgröße über 2 cm, komplexe Ausgusssteine, eine Harnleiter-



Abb. 26 ▲ Marschwammniere (ggf. extrakorporale Stoßwellenlithotripsie)



Abb. 27 ▲ Indikation für eine perkutane Litholapaxie bei großem unterem Kelchkonkrement mit eingeschränkter Nierenausscheidung in der intravenösen Urographie (Pfeil)

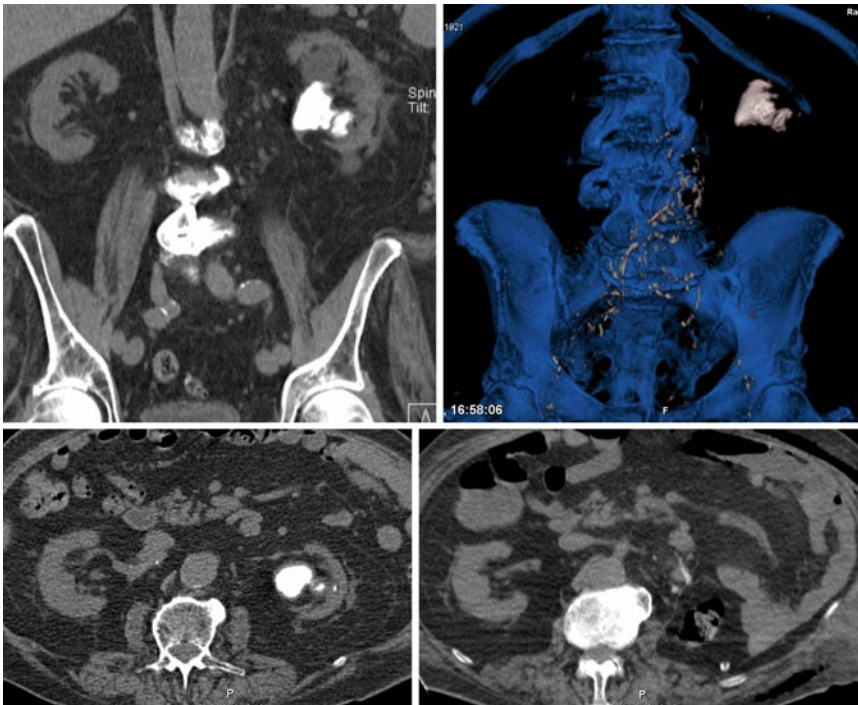


Abb. 28 ▲ Ausgussstein vor und nach Nephrektomie

abgangsenge, symptomatische Divertikelsteine und Zystinsteine (■ **Abb. 27**). Hohe und große obstruierende Uretersteine können nach Aufbougieieren über eine Nephrostomie entfernt werden. Im Rahmen der PLP erfolgt die sonographisch und radiologisch kontrollierte Punktion des Nierenbeckens nach Ballonierung des Nierenbeckens über eine eingelegte Ureterschiene. Nach Bougierung des perkutanen, transrenal Zugangs wird das Nephroskop über einen Führungsdraht unter radiologischer Kontrolle eingeführt. Nach endoskopischer Lithotripsie des Konkrements und Absaugen von Fragmenten wird ein Nephrostomiekatheter eingelegt. In der Regel am 4. bis 5. Tag postoperativ erfolgt vor der Entfernung der Nephrostomie eine radiologische Abflusskontrolle.

Die Planung der Punktionsroute gelingt am besten anhand einer IVU. Die prä- und postoperative Beurteilung der Nierenfunktion erfolgen mit der IVU, die exakte Größenbestimmung schwach röntgendichter Infektsteine mit der CT. Postoperative Restkonkremente können mit KUB und US aufgedeckt werden (Unterscheidung zwischen nicht therapiebedürftiger Restverkalkung im Stichkanal – Parenchymverkalkung – und therapiebedürftigen, z. B. ESWL, Restkelchkonkrementen).

Die Therapiewahl bei Ausgusssteinen (meist Magnesium-Ammonium-Phosphatsteine) richtet sich nach der Steinhärte und -größe, der Verteilung innerhalb des NHS (periphere oder zentrale Verteilung) und der Weite der Infundibula. Es kommen entweder eine ESWL (DJK und ESWL) oder retrograde Ureterskopie mit Kontaktlithotripsie und ESWL in Betracht (bei „weiche“ Ausgusssteinen mit homogener Verteilung im Nierenbeckenkelchsystem). Zu bedenken ist, dass bei Ausgusssteinen mit einer ESWL oft keine vollständige Steinfreiheit erzielt werden kann, da Magnesium-Ammonium-Phosphatfragmente die Tendenz haben, am Endothel zu adhären und neue Steinbildung zu induzieren, eine ESWL-Monotherapie von Ausgusssteinen andererseits bei eingeschränkter Nierenfunktion durch Ausbildung einer „Steinstraße“ und Obstruktion zur wei-

teren Nierenfunktionsbeeinträchtigung führen kann.

Eine PLP mit anschließender ESWL von Reststeinen eignet sich v. a. bei „harten“ Ausgusssteinen mit vorwiegend zentraler Verteilung und weiten Infundibula. Bei multiplen Infundibulastenosen oder engen Infundibula kann eine offene Operation mit Zugang über den Nierensinus (Pyelolithotomie) durchgeführt werden, mit oder ohne zusätzliche Nephroskopie zur Steinextraktion von Kelchfragmenten (offene Operation in etwa 5% aller Fälle [26]). Für eine exakte Beurteilung der Nierenfunktion bei Ausgusssteinen vor Nephrektomie einer radiologisch stummen Niere ist das Isotopennephrogramm eine sensitive Untersuchungsmethode. Eine partielle Nephrektomie zur Sanierung vorwiegend unterer Nierenkelchsteinen wird an manchen Zentren praktiziert. Bei funktionstüchtiger kontralateraler Niere und isotopennephrographisch stark eingeschränkter Funktion der steintragenden Niere kommt eine totale Nephrektomie in Betracht (■ Abb. 28).

Fazit

Eine IVU statt einer CT sollte in der Akutdiagnostik nur bei Patienten mit begründetem Verdacht auf eine Nierenkolik durchgeführt werden, also Patienten mit rezidivierenden Steinepisoden in der Anamnese. Unklare IVU-Befunde sind mit einer Low-dose-CT weiter abzuklären. Bei der schmerzlosen Hämaturie wäre eine KMCTU zu erwägen. Die IVU hat, da sie funktionelle Aussagen ermöglicht, eine sensitive Methode zur Beurteilung des Stauungsgrades ist und die anatomischen Verhältnisse gut darstellt, im Therapiemanagement von Steinpatienten nach wie vor einige Bedeutung.

Korrespondenzadresse

Dr. A. Grosse
Universität Bern,
Hochschulstr. 4, 3012 Bern, Schweiz
agvienna@gmx.at

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. A. Grosse gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine Studien an Menschen oder Tieren.

Literatur

- Gershman B, Kulkarni N, Sahani DV et al (2011) Causes of renal forniceal rupture. *BJU Int* 108:1909–1911
- Doehn C, Fiola L, Peter M et al (2010) Ursachen und Verlauf bei Fornixruptur. *Aktuel Urol* 412:119–121
- Rahmouni A, Bargoin N, Herment A et al (1996) Color Doppler twinkling artefact in hyperechoic regions. *Radiologe* 199:269–271
- Sharma G, Sharma A (2013) Clinical implications and applications of the twinkling sign in ureteral calculus: a preliminary study. *J Urol* 189:2132–2135
- Smith RC, Verga M, Darymple N et al (1996) Acute ureteral obstruction: value of secondary signs of helical unenhanced CT. *AJR Am J Roentgenol* 167:1109–1113
- Levine J, Neitlich J, Smith RC (1999) The value of prone scanning to distinguish ureterovesical junction stones from ureteral stones that have passed into the bladder: leave no stone unturned. *AJR Am J Roentgenol* 172:977–981
- Nolte-Ernsting C (2004) Stand der radiologischen Bildgebung in der Diagnostik von Erkrankungen der Nieren und oberen Harnwege bei Erwachsenen. *Radiologe* 2:151–179
- Eternad A, Brems-Dalgaard E, Thomsen HS (2003) Outcome of intravenous urography in the year 2000. *Abdom Imaging* 28:226–229
- Johnston R, Lin A, Du J et al (2009) Comparison of kidney-ureter-bladder abdominal radiography and computed tomography scout films for identifying renal calculi. *BJU Int* 104:670–673
- Levine JA et al (1997) Ureteral calculi in patients with flank pain: correlation of plain radiography with unenhanced helical CT. *Radiology* 204:27–31
- Fielding JR, Steele G, Fox LA et al (1997) Spiral computerized tomography in the evaluation of acute flank pain: a replacement for excretory urography. *J Urol* 157:2071–2073
- Niall O, Russel J, MacGregor R et al (1999) A comparison of noncontrast computerized tomography with excretory urography in the assessment of acute flank pain. *J Urol* 161:534–537
- Shine S (2004) Urinary calculus: IVU vs. CT renal stone? A critically appraised topic. *Abdom Imaging* 33:41–43
- Whang LJ, Ng CJ, Chen JC et al (2004) Diagnosis of acute flank pain caused by ureteral stones: value of combined direct and indirect signs on IVU and unenhanced helical CT. *Eur Radiol* 14:1634–1640
- Gasser T (2011) Basiswissen Urologie, 5. Aufl. Springer, Berlin Heidelberg New York
- Ansari MS, Gupta NP, Seth A et al (2003) Stone fragility: its therapeutic implications in shock wave lithotripsy of upper urinary tract stones. *Int Urol Nephrol* 35:387–392
- Knudsen BE, Beiko DT, Denstedt JD (2004) Stenting after ureteroscopy: pro and cons. *Urol Clin North Am* 31:173–180

- Jeong H, Kwak C, Lee SE (2004) Ureteric stenting after ureteroscopy for ureteric stones: a prospective randomized study assessing symptoms and complications. *BJU Int* 93:1032–1034
- Anagnostou T, Tolley D (2004) Management of ureteric stones. *Eur Urol* 45:714–721
- Farbirovič V, Eizenach IA, Eizenach IaV, Khudiashev SA (2001) Effects of calculi structure on the results of ESWL lithotripsy. *Urologia* 4:48–50
- Cimentep E, Unsal A, Saglam R, Balbay MD (2003) Comparison of clinical outcome of extracorporeal shockwave lithotripsy in patients with radiopaque vs radiolucent ureteral calculi. *J Endourol* 17:863–865
- Hautmann S, Friedrich MG, Fernandez S et al (2004) Extracorporeal shockwave lithotripsy compared with ureteroscopy for the removal of small distal ureteral stones. *Urol Int* 73:238–243
- Ishii N, Yoshinaga A, Ohno R et al (2004) Extracorporeal shockwave lithotripsy in the treatment of distal ureteral stones larger than 10 mm in diameter. *Hinyokika Kiyo* 50:385–388
- Wu CF, Shee JJ, Lin CL, Chen CS (2004) Comparison between extracorporeal shock wave lithotripsy and semirigid ureterorenoscopy with holmium: YAG laser lithotripsy for treating large proximal ureteral stones. *J Urol* 172:1899–1902
- Sandhu C, Anson KM, Patel U (2003) Urinary tract stones – part II: current status of treatment. *Clin Radiol* 58:422–433
- Honeck P, Wendt-Nordahl G, Krombach P et al (2009) Does open stone surgery still play a role in the treatment of urolithiasis? Data of a primary urolithiasis center. *J Endourol* 23:1209–1212
- Grosse A, Grosse C, Mauermann J, Heinz-Peer G (2005) Die bildgebenden Verfahren und ihre Rolle beim Behandlungsmanagement von Patienten mit akutem Flankenschmerz. *Radiologe* 45:871–886



Kommentieren Sie
diesen Beitrag auf
springermedizin.de

► Geben Sie hierzu den Beitragstitel in die Suche ein und nutzen Sie anschließend die Kommentarfunktion am Beitragsende.